

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-303605

(43)Date of publication of application : 24.10.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/00

(21)Application number : 2002-109386

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
EQUOS RESEARCH CO LTD

(22)Date of filing : 11.04.2002

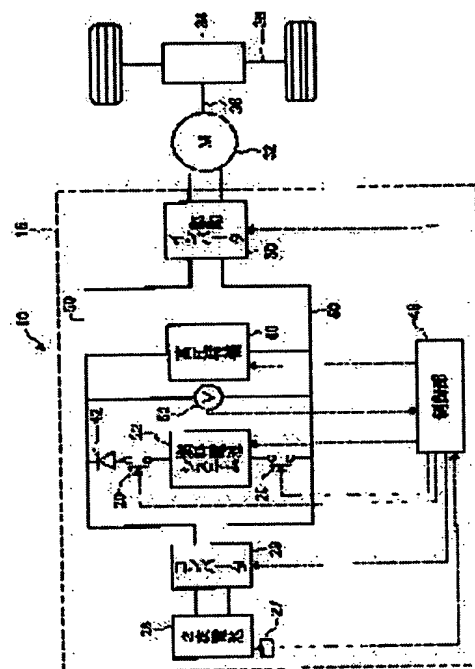
(72)Inventor : SUGIURA HIROSHI
ISHIKAWA TETSUHIRO
ANDO MASAO
KATO KENJI

(54) POWER SUPPLY SYSTEM AND ITS CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technology of securing a sufficient generating amount at the starting of the fuel cell in the power supply system that comprises a fuel cell and a storage battery.

SOLUTION: In the power supply device 15, the driving state is changed according to the load demand. That is, when the load demand is smaller than the prescribed value, the fuel cell system 22 is stopped and power is obtained from a secondary battery 26 (intermittent drive mode), and when the load demand becomes the prescribed value or larger, power is obtained from the fuel cell 60 (normal driving mode). In the normal driving mode, when power is generated by the fuel cell 60, the quantity of fuel supplied to the fuel cell 60 is detected, and considering this quantity of fuel, the driving point of the fuel cell 60 is set. However, when, after changing from the intermittent driving mode to the normal driving mode, the fuel cell system 22 is started, the driving point of the fuel cell 60 is set according to the load demand without considering the above quantity of fuel, until a prescribed time passes after starting the system.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-303605
(P2003-303605A)

(43) 公開日 平成15年10月24日 (2003. 10. 24)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	P 5 H 0 2 7
	8/00	8/00	X
			Y
			A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-109386(P2002-109386)

(22) 出願日 平成14年4月11日 (2002. 4. 11)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 591261509

株式会社エクス・リサーチ

東京都千代田区外神田2丁目19番12号

(72) 発明者 杉浦 浩

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 110000028

特許業務法人明成国際特許事務所

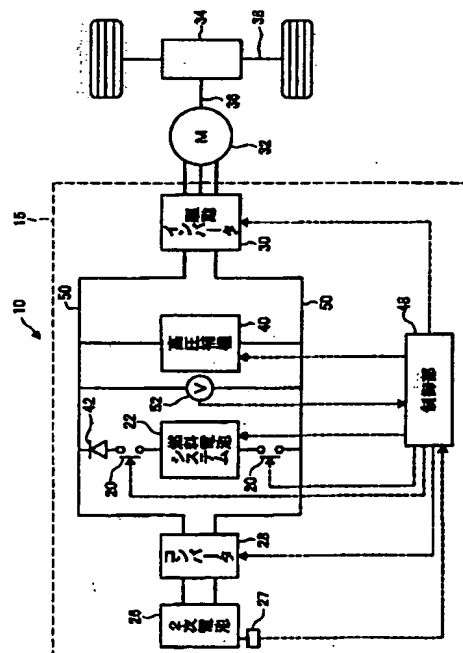
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源システムおよびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池と蓄電器とを備える電源システムにおいて、燃料電池の起動時に十分な発電量を確保する技術を提供する。

【解決手段】 電源装置15では、負荷要求に応じて運転状態を変更する。すなわち、負荷要求が所定の値よりも小さいときには、燃料電池システム22を停止して2次電池26から電力を得て（間欠運転モード）、負荷要求が所定の値以上となると、燃料電池60から電力を得る（定常運転モード）。定常運転モードにおいて燃料電池60による発電を行なう際には、燃料電池60に供給される燃料量を検出し、この燃料量を考慮して、燃料電池60の運転ポイントを設定する。しかしながら、間欠運転モードから定常運転モードに切り替わり、燃料電池システム22を起動する際には、起動後所定の時間が経過するまでは、上記燃料量を考慮することなく、負荷要求に応じて燃料電池60の運転ポイントを設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池と蓄電器とが電源配線に並列に接続された電源システムの制御方法であって、(a)前記燃料電池を起動する工程と、(b)前記電源システムに要求される電力に関する情報として外部から入力される負荷要求を取得する工程と、(c)前記(a)工程で前記燃料電池が起動してから経過時間を測定する工程と、(d)前記燃料電池に実際に供給されている燃料量に関する情報を取得する工程と、(e)前記(c)工程で測定した経過時間と、予め定めた所定の基準時間とを比較する工程と、(f)前記経過時間が前記基準時間以内であると判断されるときに、前記燃料電池が出力すべき目標パワーを、前記燃料量に関わりなく、前記負荷要求に基づいて設定する工程と、(g)前記経過時間が前記基準時間を超えていると判断されるときに、前記燃料電池が出力すべき目標パワーを、前記(d)工程で取得した前記燃料量に応じて設定する工程とを備える電源システムの制御方法。

【請求項2】 請求項1記載の電源システムの制御方法であって、

前記電源システムは、前記燃料電池の運転を停止して前記蓄電器によって負荷に対して電力を供給する第1の運転モードと、前記燃料電池を用いて発電を行なう第2の運転モードとを有し、前記負荷要求に応じて前記第1の運転モードと第2の運転モードとを切り替えながら、前記電源システムの運転を継続し、

前記(a)工程における前記燃料電池の起動は、前記第1の運転モードから前記第2の運転モードへの切り替え時に行なわれる電源システムの制御方法。

【請求項3】 燃料電池と蓄電器とが電源配線に並列に接続された電源システムであって、

前記電源システムに要求される電力に関する情報である負荷要求を取得する負荷要求取得部と、

前記燃料電池が起動されてからの経過時間を測定する経過時間測定部と、

前記燃料電池に供給される燃料の量を検出する供給燃料量検出部と、

前記燃料電池が出力すべき目標パワーを設定する目標パワー設定部と、

前記目標パワーが設定した前記目標パワーを前記燃料電池が出力するように、前記燃料電池の運転状態を制御する運転状態制御部とを備え、

前記目標パワー設定部は、前記経過時間測定部が測定した前記経過時間が所定の基準時間内であるときには、前記目標パワーを前記負荷要求に基づいて設定し、前記経過時間測定部が測定した前記経過時間が所定の基準時間を超えるときには、前記目標パワーを前記供給燃料量検出部が検出した燃料の量に基づいて設定する電源システム。

【請求項4】 請求項3記載の電源システムであって、

前記電源システムの運転状態として、前記燃料電池の運転を停止して前記蓄電器によって前記負荷に対して電力を供給する第1の運転モードと、前記燃料電池を用いて発電を行なう第2の運転モードとを、前記負荷要求に応じて切り替える運転状態切り替え部をさらに備え、前記経過時間測定部は、前記第1の運転モードから第2の運転モードに切り替わる際に、前記燃料電池が起動されてからの経過時間を測定する電源システム。

【請求項5】 請求項3または4記載の電源システムであって、

前記蓄電器は、DC/DCコンバータを介して前記電源配線に接続される2次電池であり、

前記運転状態制御部は、前記目標パワー設定部が設定した前記目標パワーを前記燃料電池が出力するときの出力電圧を、前記DC/DCコンバータの出力電圧として設定する電源システム。

【請求項6】 請求項3または4記載の電源システムであって、

前記燃料電池から出力される電力を前記電源配線に伝える際に電圧の変換を行なうDC/DCコンバータをさらに備え、

前記蓄電器は2次電池であり、

前記運転状態制御部は、前記経過時間測定部が測定した前記経過時間が所定の基準時間内であるときには、前記電源配線における電圧が、前記2次電池が充放電を行わない電圧となるように、前記DC/DCコンバータの出力電圧を設定する電源システム。

【請求項7】 請求項5または6記載の電源システムであって、

前記電源配線に接続し、前記燃料電池および/または前記2次電池が出力する電力を外部の所定の負荷に対して出力するインバータをさらに備え、

前記運転状態制御部は、前記経過時間測定部が測定した前記経過時間が所定の基準時間内であるときには、前記負荷要求に応じた電力を前記負荷が消費するように、前記インバータを駆動する電源システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃料電池と蓄電器とを備える電源システム、およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は、水素を含有する燃料ガスと酸素を含有する酸化ガスとの電気化学反応を進行することによって、起電力を得る。燃料電池システムとしては、例えば、水素タンクから取り出した水素を上記燃料ガスとして用いると共に、エアコンプレッサが取り込んだ圧縮空気を上記酸化ガスとして用いるものが知られている。

【0003】燃料電池を起動する際には、上記水素タン

クからの水素の取り出しの動作や、エアコンプレッサの駆動が同時に開始される。その際、燃料電池の起動後しばらくの間は、燃料ガスや酸化ガスの供給量が、負荷が要求する電力（目標電力）を発生するために要するガス量に達しないおそれがある。例えば、エアコンプレッサは、起動後、所望量の酸素を取り込むことができる状態（定常状態）になるまでに所定の時間を要するため、この所定時間内には燃料電池において酸化ガス量が不足してしまうおそれがある。このように、目標電力に対して供給される燃料ガスや酸化ガスの量が不足すると、燃料電池において電圧降下などの不都合を生じてしまう。そこで従来は、実際に供給される燃料ガスや酸化ガスの流量に基づいて、燃料電池で発電すべき電力（目標発電量）を設定し、ガス量が不足してしまうのを防止していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このように実際に供給されるガス量に基づいて目標発電量を設定すると、燃料電池の起動後の所定の時間内は、負荷が要求する目標電力を十分に得られなくなってしまう。そのため、例えば燃料電池システムを車両の駆動用電源として搭載する場合には、燃料電池の起動後の所定の時間内は、十分な加速性能が得られない場合があるという問題が生じる。

【0005】本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、燃料電池と蓄電器とを備える電源システムにおいて、燃料電池の起動時に十分な発電量を確保する技術を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記目的を達成するために、本発明は、燃料電池と蓄電器とが電源配線に並列に接続された電源システムの制御方法であって、（a）前記燃料電池を起動する工程と、（b）前記電源システムに要求される電力に関する情報として外部から入力される負荷要求を取得する工程と、（c）前記（a）工程で前記燃料電池が起動してから経過時間を測定する工程と、（d）前記燃料電池に実際に供給されている燃料量に関する情報を取得する工程と、（e）前記（c）工程で測定した経過時間と、予め定めた所定の基準時間とを比較する工程と、（f）前記経過時間が前記基準時間以内であると判断されるときに、前記燃料電池が出力すべき目標パワーを、前記燃料量に関わりなく、前記負荷要求に基づいて設定する工程と、（g）前記経過時間が前記基準時間を超えていると判断されるときに、前記燃料電池が出力すべき目標パワーを、前記（d）工程で取得した前記燃料量に応じて設定する工程とを備えることを要旨とする。

【0007】このような構成とすれば、燃料電池が起動してから経過時間が上記基準時間以内のときには、燃料電池に実際に供給されている燃料量に関わらず、負荷

要求に応じた電力を燃料電池から得ることができる。

【0008】ここで、燃料電池の起動とは、燃料電池に対して燃料（水素を含有する燃料ガスおよび酸素を含有する酸化ガス）の供給を開始することである。また、負荷要求とは、上記電源システムから負荷に対して供給すべき電力量として、外部から入力されるものである。燃料電池を起動するときには、燃料電池に上記燃料を供給する装置が定常状態（駆動信号に応じた量の燃料を供給する運転状態）となるのに時間を要する。そのため、燃料電池の起動後しばらくの間は、上記燃料を供給する装置から燃料電池に供給される燃料量が、負荷要求に応じた発電を行なうには不足する状態となるおそれがある。上記本発明の電源システムの制御方法を用いることで、上記燃料を供給する装置が定常状態になるまでの間であっても、燃料電池から得ることができる電力を十分に確保することが可能となる。このとき、燃料電池は、上記燃料を供給する装置と燃料電池とを接続する燃料流路内に滞留する燃料を用いて発電を行なう。

【0009】本発明の電源システムの制御方法において、前記電源システムは、前記燃料電池の運転を停止して前記蓄電器によって負荷に対して電力を供給する第1の運転モードと、前記燃料電池を用いて発電を行なう第2の運転モードとを有し、前記負荷要求に応じて前記第1の運転モードと第2の運転モードとを切り替えながら、前記電源システムの運転を継続し、前記（a）工程における前記燃料電池の起動は、前記第1の運転モードから前記第2の運転モードへの切り替え時に行なわれることとしても良い。

【0010】本発明の電源システムの制御方法を用いることで、上記のように第1の運転モードと第2の運転モードとを負荷に応じて切り替える制御を継続して行なう場合に、第2の運転モードに切り替えるたびに燃料電池からの出力が不足してしまうのを抑えることが可能となる。

【0011】本発明は、上記以外の種々の形態で実現可能であり、例えば、燃料電池と蓄電器とを備える電源システムや、この電源システムを搭載する電気自動車、あるいは電気自動車の制御方法などの形態で実現することが可能である。

【0012】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

- A. 装置の全体構成：
- B. 電気自動車10における運転モード：
- C. ガス流量に基づく定常運転モードの制御：
- D. モード切替時の制御：
- E. 第2実施例：
- F. 変形例：

【0013】A. 装置の全体構成：図1は、本発明の第1実施例である電気自動車10の構成の概略を表わすブ

ロック図である。電気自動車10は、電源装置15を備えている。電源装置15から電力を供給される負荷として、高圧補機40と、駆動インバータ30を介して電源装置15に接続される駆動モータ32とを備えている。これら電源装置15と負荷との間には、配線50が設けられており、この配線50を介して、電源装置15と負荷との間で電力がやり取りされる。

【0014】電源装置15は、燃料電池システム22と、2次電池26とを備えている。燃料電池システム22は、後述するように発電の本体である燃料電池を備えている。2次電池26は、DC/DCコンバータ28を介して、上記配線50に接続しており、DC/DCコンバータ28と、燃料電池システム22が備える燃料電池とは、上記配線50に対して並列に接続されている。この配線50には、燃料電池へ電流が逆流するのを防止するためのダイオード42がさらに設けられている。さらに、配線50には、この配線50に対する燃料電池の接続状態を入り切りするスイッチ20が設けられている。また、このような電源装置15における電圧を測定するために、配線50には、電圧計52がさらに設けられている。

【0015】図2は、燃料電池システム22の構成の概略を表わす説明図である。燃料電池システム22は、燃料電池60と、燃料ガス供給部61と、ブロワ64とを備えている。本実施例では、燃料電池60として、固体高分子型燃料電池を用いている。

【0016】燃料ガス供給部61は、内部に水素を貯蔵し、水素ガスを燃料ガスとして燃料電池60に供給する装置である。燃料ガス供給部61は、例えば、水素ポンペを備えることとすればよい。あるいは、水素吸蔵合金を内部に有する水素タンクを備えることとし、上記水素吸蔵合金に水素を吸蔵させることによって水素を貯蔵することとしても良い。このような燃料ガス供給部61が貯蔵する水素ガスは、水素ガス供給路62を介して燃料電池60のアノードに供給され、電気化学反応に供される。電気化学反応で利用されなかった残りの水素ガスは、水素ガス排出路63に排出される。水素ガス排出路63は、水素ガス供給路62に接続しており、残余の水素ガスは再び電気化学反応に供される。このように、残余の水素ガスを燃料電池60に循環させるために、水素ガス排出路63には、水素ポンプ69が設けられている。

【0017】また、ブロワ64が取り込んだ圧縮空気は、酸化ガス供給路65によって、酸化ガスとして燃料電池60のカソードに供給される。燃料電池60から排出されるカソード排ガスは、カソード排ガス路66に導かれて外部に排出される。なお、水素ガス供給路62、酸化ガス供給路65には、それぞれ、各流路を通過するガス流量を検出するための流量センサ67、68が設けられている。また、燃料電池システム22において、水

素ガスあるいは空気を加湿する加湿器を、水素ガス供給路62や酸化ガス供給路65にさらに設けることとしても良い。

【0018】2次電池26としては、鉛蓄電池や、ニッケル-カドミウム蓄電池、ニッケル-水素蓄電池、リチウム2次電池など種々の2次電池を用いることができる。この2次電池26は、燃料電池システム22の始動時に、燃料電池システム22の各部を駆動するための電力を供給したり、燃料電池システム22の暖機運転が完了するまでの間、各負荷に対して電力を供給する。また、燃料電池60が定常状態で発電を行なうときにも、負荷が所定の値よりも大きくなる場合には、2次電池26によって電力を補うこととしても良い。

【0019】また、図1に示すように、2次電池26には、2次電池26の残存容量(SOC)を検出するための残存容量モニタ27が併設されている。本実施例では、残存容量モニタ27は、2次電池26における充電・放電の電流値と時間とを積算するSOCメータとして構成されている。あるいは、残存容量モニタ27は、SOCメータの代わりに電圧センサによって構成することとしてもよい。2次電池26は、その残存容量が少なくなるにつれて電圧値が低下するという性質を有しているため、電圧を測定することによって2次電池26の残存容量を検出することができる。

【0020】DC/DCコンバータ28は、出力側の目標電圧値を設定することによって、配線50における電圧を調節し、これによって燃料電池60からの出力電圧を調節して燃料電池60の発電量を制御する。また、DC/DCコンバータ28は、2次電池26と配線50との接続状態を制御するスイッチとしての役割も果たしており、2次電池26において充放電を行なう必要のないときには、2次電池26と配線50との接続を切断する。

【0021】電源装置15から電力の供給を受ける負荷の一つである駆動モータ32は、同期モータであって、回転磁界を形成するための三相コイルを備えている。この駆動モータ32は、駆動インバータ30を介して電源装置15から電力の供給を受ける。駆動インバータ30は、上記駆動モータ32の各相に対応してスイッチング素子としてのトランジスタを備えるトランジスタインバータである。駆動モータ32の出力軸36は、減速ギヤ34を介して車両駆動軸38に接続している。減速ギヤ34は、駆動モータ32が出力する動力を、その回転数を調節した上で車両駆動軸38に伝える。

【0022】また、他の負荷である高圧補機40は、電源装置15から供給される電力を、300V以上の電圧のまま利用する装置である。高圧補機40としては、例えば、燃料電池60に空気を供給するためのブロワ64(図2参照)や、水素ガス排出路63と水素ガス供給路62との間で水素ガスを循環させるための水素ポンプ6

9が挙げられる。さらに、燃料電池60を冷却するために、燃料電池60内部に冷却水を循環させるための冷却ポンプ（図示せず）も、高圧補機40に含まれる。これらの装置は、燃料電池システム22に含まれる装置であるが、図1においては、燃料電池システム22の外側に、高圧補機40として示した。さらに、高圧補機40としては、燃料電池システム22に含まれるものの他に、例えば電気自動車10が備える空調装置（エアコン）が含まれる。

【0023】また、電気自動車10は、制御部48をさらに備えている。制御部48は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、詳しくは、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行するCPUと、CPUで各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納されたROMと、同じくCPUで各種演算処理をするのに必要な各種データが一時的に読み書きされるRAMと、各種の信号を入出力する入出力ポート等を備える。この制御部48は、既述した電圧計52による検出信号や、残容量モニタ27が出力する信号、あるいは、車両の運転に関して入力される指示信号を取得する。また、DC/DCコンバータ28、スイッチ20、燃料電池システム22、駆動インバータ30、高圧補機40などに駆動信号を出力する。

【0024】B. 電気自動車10における運転モード：本実施例の電気自動車10では、車両の駆動に要するエネルギーは主として燃料電池システム22によって供給される。このように、燃料電池60が、負荷の大きさに応じた電力を発電するような運転状態を、「定常運転モード」と呼ぶこととする。図3に、燃料電池60における出力電流と、出力電圧あるいは出力電力との関係を示す。図3に示すように、燃料電池60から出力すべき電力 P_R が定めれば、そのときの燃料電池60の出力電流の大きさ I_R が定まる。燃料電池60の出力特性より、出力電流 I_R が定めれば、そのときの燃料電池60の出力電圧 V_R が定まる。定常運転モードが選択されているときには、制御部48が、DC/DCコンバータ28に対して、このようにして求めた出力電圧 V_R を目標電圧として指令することによって、燃料電池60の発電量が所望量となるように制御する。なお、図3に示したような、燃料電池60の出力電流に対する出力電圧の値、あるいは出力電力の値は、燃料電池60の内部温度によって変化する。したがって、上記のように燃料電池60の出力電圧（目標電圧） V_R を定めるときには、燃料電池60の内部温度をさらに考慮することが望ましい。

【0025】また、本実施例の電気自動車10では、定常運転モードによる電力供給を行なうと、燃料電池システム22のエネルギー効率が望ましくない程度に低下してしまう場合には、燃料電池60による発電を停止する制御を行なう。このような、負荷に電力を供給する際に燃

料電池60の発電を停止する運転状態を、以下、「間欠運転モード」と呼ぶ。

【0026】図4は、燃料電池60の出力の大きさと、エネルギー効率との関係を表わす説明図である。図4

(A)は、燃料電池60の効率および燃料電池補機が要する動力と、燃料電池60の出力との関係を示す。燃料電池補機とは、燃料電池60による発電を行なうために用いる補機類のことである。例えば、既述したブロワ64や水素ポンプ69あるいは冷却水ポンプなどがこれに相当する。図4(B)は、燃料電池60の出力と、燃料電池システム22全体の効率との関係を示す。図4

(A)に示すように、燃料電池60の出力が大きくなるほど、燃料電池60の効率は次第に低下する。また、燃料電池60の出力が大きくなるほど、補機動力、すなわち補機を駆動するために消費するエネルギーが大きくなる。図4(A)に示した燃料電池60の効率と補機動力に基づいて、燃料電池システム22全体の効率を求めると、図4(B)に示すように、システム効率は、燃料電池60の出力が所定の値のときに最も高くなる。

【0027】燃料電池補機の消費電力の大きさは、駆動モータ32の消費電力の大きさに比べてはるかに小さい。しかしながら、燃料電池60の出力が小さいときには、発電によって得られる電力量に比べて、発電のために燃料電池補機が消費する電力量の割合が大きくなる。そのため、図4(B)に示すように、燃料電池60の出力が小さいときには、燃料電池システム22全体のエネルギー効率が低くなる。本実施例の電気自動車10では、燃料電池システム22全体の効率が悪くなる低負荷時（燃料電池60の出力が図4(B)に示す P_0 よりも小さくなって、システム全体の効率が E_0 よりも低下するとき）には、燃料電池60を停止するという間欠運転モードを採用することによって、エネルギー効率が低下するのを防止している。

【0028】さらに、電気自動車10では、制動時（車両の走行時に運転者がブレーキを踏み込む動作を行なったときには、駆動モータ32を発電機として用いることによって、車軸の有する運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、これを回収する。このように、制動時にエネルギーを回収する運転状態を、「回生運転モード」と呼ぶ。電気自動車10では、このような回生運転モードにおいて電力として回収されるエネルギーは、2次電池26によって吸収する。電気自動車10において、回生運転モードとなって駆動モータ32が発電する際には、駆動モータ32側から駆動インバータ30を介して配線50に対して電力が供給される。このとき、2次電池26に対しては、DC/DCコンバータ28を介して配線50から電力が供給され、充電が行なわれる。なお、残容量モニタ27の検出結果により、2次電池26の充電状態が略満充電であると判断されるときには、制動時においても、このような2次電池26の充電は行なわない。

【0029】図5は、電気自動車10における運転状態を選択するための運転モード判断処理ルーチンを表わすフローチャートである。本ルーチンは、電気自動車10において暖機運転が終了した後、電源装置15を用いた運転が行なわれている間、所定の時間毎に制御部48において実行される。

【0030】本ルーチンが実行されると、制御部48は、制動時であるかどうかを判断する(ステップS100)。制動時ではないと判断されると、制御部48は、負荷要求の読み込みを行なう(ステップS110)。負荷要求とは、所望の走行状態を実現するのに駆動インバータ30が要する電力であり、電気自動車10の車速およびアクセル開度に基づいて定まる。

【0031】次に、ステップS110で読み込んだ負荷要求に基づいて、電源装置15に要求されている要求電力 P_m を算出する(ステップ120)。なお、要求電力 P_m を算出する際には、上記駆動インバータ30が要する電力に加えて、高圧補機40の消費電力も考慮される。また、2次電池26の残存容量が所定の値以下であるときには、2次電池26を充電するために要する電力を、さらに加えることとしても良い。

【0032】要求電力 P_m を算出した後は、この要求電力 P_m が、所定の基準値よりも小さいか否かを判断する(ステップS130)。ここで、所定の基準値とは、図4(B)に示した P_0 に相当する値である。ステップS130において要求電力 P_m が所定の基準値よりも小さいと判断されると、間欠運転モードを選択して(ステップS140)、本ルーチンを終了する。間欠運転モードが選択されると、それまで定常運転モードが選択されていた場合には、燃料電池システム22が停止される。すなわち、燃料ガス供給部61およびブロワ64を停止して、燃料電池60に対するガスの供給をストップする。また、スイッチ20(図1参照)を開状態として、燃料電池60と配線50との間の接続を切断する。このように、間欠運転モードが選択されて、燃料電池システム22が停止されると、要求電力 P_m に相当する電力が、2次電池26によって駆動インバータ30に供給される。なお、間欠運転モードが選択されている状態のときに、ステップS140において再び間欠運転モードが選択されると、燃料電池システム22を停止して2次電池26から所望の電力を得る運転状態が維持される。

【0033】ステップS130において要求電力 P_m が所定の基準値以上であると判断されると、定常運転モードを選択して(ステップS150)、本ルーチンを終了する。定常運転モードが選択されると、それまで他の運転モードが選択されていた場合には、燃料電池システム22が起動される。すなわち、燃料ガス供給部61およびブロワ64を起動して、燃料電池60に対するガスの供給を開始する。また、この起動時にはさらに、ス

ッチ20(図1参照)を開状態として、燃料電池60と配線50との間を接続する。定常運転モードが選択されて、燃料電池システム22が起動された後の動作については、後述する。なお、既述したステップS100において制動時であると判断されるときには、回生運転モードを選択して(ステップS160)、本ルーチンを終了する。

【0034】C. ガス流量に基づく定常運転モードの制御：定常運転モードにおいては、燃料電池60は、この燃料電池60に供給されるガスの流量に応じて発電量が制御される。図6は、燃料電池60における出力電流—出力電圧特性が、ガス流量に応じて変化する様子を表わす説明図である。図6は、供給ガス量をF1、F2、F3、F4と増やすに従って、出力電流—出力電圧特性が変化する様子を示している。

【0035】図6に示すように、所定の流量のガスを供給して燃料電池60において発電を行なう際には、出力電流が大きくなるに従って、出力電圧は次第に低下する。そのため、出力電流と出力電圧との積として表わされる燃料電池60からの出力電力は、所定の最大値を示し、この出力電力の最大値は、供給ガス量に応じてそれぞれ定めることができる。図6では、一例として、供給ガス量がF2のときには、出力電力は最大値 P_m となり、このときの出力電流は I_m 、出力電圧は V_m であることを示す。

【0036】本実施例の電気自動車10では、制御部48が備える既述したROMにおいて、供給ガス量ごとに、各々のガス流量に対応した出力電流—出力電圧特性が記憶されている。燃料電池システム22では、供給ガス量を測定し、上記出力電流—出力電圧特性を参照することによって、そのときに燃料電池60から出力可能な電力の最大値を求める。本実施例の電気自動車10では、供給ガス量に応じて求められるこのような出力電力の最大値を、燃料電池60が出力電力可能な電力としている。なお、本実施例では、酸化ガスが充分量供給されているときに水素ガス量を変化させたときの出力電流—出力電圧特性と、水素ガスが充分量供給されているときに酸化ガス量を変化させたときの出力電流—出力電圧特性と、の両方を記憶している。燃料電池60に供給される水素ガス量と酸化ガス量を検出したときに、より不足する側のガスの流量に対応する出力電流—出力電圧特性を参照して、そのときに燃料電池60が出力可能な電力量を求める。

【0037】図7は、図5に示した運転モード判断処理ルーチンのステップS150において定常運転モードが選択されたときに、制御部48において所定の時間毎に実行される定常運転モード制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。なお、図5のステップS150において定常運転モードが選択されるときであっても、間欠運転モードから定常運転モードへと切り替わる際には

異なる制御が行なわれるが、これについては後述する。

【0038】本ルーチンが実行されると、制御部48は、まず、流量センサ67、68より、水素ガス供給路62を通過する水素ガスの流量と、酸化ガス供給路65を通過する酸化ガスの流量とに関する情報を取得する(ステップS200)。そして、ステップS200で読み込んだガス流量に基づいて、制御部48のROMに記憶する既述した出力電流—出力電圧特性を参照して、そのときに燃料電池60が出力可能な電力 P_{max} を決定する(ステップS210)。なお、このとき、燃料電池60の出力電力が P_{max} となるとき燃料電池60の出力電圧 V_{max} も、上記出力電流—出力電圧特性を参照して決定する。

【0039】燃料電池60が出力可能な電力 P_{max} を決定すると、次に、図5のステップS120で算出した要求電力 P_{req} と、上記出力可能電力 P_{max} との差($P_{req} - P_{max}$)を算出する(ステップS220)。($P_{req} - P_{max}$)が正の値のとき、すなわち、燃料電池60が出力可能な電力よりも要求電力の方が大きいときには、燃料電池60から出力すべき電力 P_{fc} を、出力可能な P_{max} に設定する(ステップS230)。

【0040】その後、駆動モータ32の目標消費電力 P_m を、 P_{max} に基づいて設定する(ステップS240)。目標消費電力 P_m は、燃料電池60の出力可能電力 P_{max} と、このときの高圧補機40の消費電力との差として求められる。そして、ステップS230で設定した燃料電池60から出力すべき電力 P_{fc} に基づいて、DC/DCコンバータ28に駆動信号を出力すると共に、ステップS240で設定した目標消費電力 P_m に基づいて、駆動インバータ30に駆動信号を出力して(ステップS270)、本ルーチンを終了する。すなわち、DC/DCコンバータ28に対しては、その出力側の電圧が V_{max} となるように駆動信号を出力する。これによって、配線50の電圧および燃料電池60の出力電圧が V_{max} となる。また、上記のように駆動インバータ30に駆動信号を出力することで、駆動モータ32における消費電力が、 P_{max} に基づいて設定された P_m となるため、燃料電池60における出力電力は、 $P_{fc} = P_{max}$ となる。

【0041】ステップS220において、($P_{req} - P_{max}$)が0以下であるときには、要求電力 P_{req} は、燃料電池60が出力可能な電力 P_{max} 以下であるため、燃料電池60から出力すべき電力 P_{fc} を、要求電力 P_{req} に設定する(ステップS250)。その後、駆動モータ32の目標消費電力 P_m を、既述した負荷要求(図5のステップS120参照)に基づいて設定する(ステップS260)。すなわち、車速とアクセル開度とから求められる負荷要求に応じた電力を駆動モータ32が消費するように、目標消費電力 P_m を設定する。

【0042】そして、ステップS250で設定した燃料

電池60から出力すべき電力 P_{fc} に基づいてDC/DCコンバータ28に駆動信号を出力すると共に、ステップS260で設定した目標消費電力 P_m に基づいて駆動インバータ30に駆動信号を出力して(ステップS270)、本ルーチンを終了する。このとき、DC/DCコンバータ28に対しては、その出力側の電圧が、燃料電池60の出力電力が P_{max} となるとき出力電圧となるように、駆動信号を出力する。燃料電池60の出力電力が P_{max} となるとき出力電圧は、制御部48に記憶される既述した出力電流—出力電圧特性と、ステップS200で読み込んだガス流量とに基づいて求められる。また、上記のように駆動インバータ30に駆動信号を出力することで、駆動モータ32における消費電力が、負荷要求に基づいて設定された P_m となるため、燃料電池60における出力電力は、負荷要求に応じた値となる。

【0043】図7の定常運転モード制御処理ルーチンを実行することにより、負荷要求に対して供給ガス量が充分量であるときには、電気自動車10において所望の走行状態を実現するのに必要な電力が、燃料電池60によって発電される。また、負荷要求に対して供給ガス量が不足する場合には、燃料電池60は、供給ガス量に見合った電力を発電する。このとき、電気自動車10における加速の程度は、加速の指令値であるアクセル開度に比べて不十分なものとなる。

【0044】電気自動車10では、定常運転モードが選択されて燃料電池システム22が起動されたときには、必要な量の燃料ガスおよび酸化ガスが燃料電池60に供給されるように、負荷要求の大きさに応じて燃料ガス供給部61およびブロワ64が駆動される。そのため、通常は、燃料電池60が発電可能な電力 P_{max} と要求電力 P_{req} とはほぼ等しくなり、要求電力 P_{req} を燃料電池60によって発電することができる。しかしながら、負荷要求の変動が大きいときには、供給ガス量が負荷要求に十分に追従できない場合がある。そのため、上記のように供給されるガス流量に基づいて発電量を制御することにより、供給ガス量に比べて発電量が過剰となって、燃料電池60の出力電圧が望ましくない程度に低下してしまうのを防止している。

【0045】なお、ステップS240において、駆動モータ32の目標消費電力 P_m を、 P_{max} に基づいて設定する際に、2次電池26の残存容量が所定量以上のときには、2次電池26からも駆動インバータ30に電力を供給することとしても良い。この場合には、残存容量モニタ27が検出する2次電池26の残存容量に基づいて、2次電池26からの出力電力を決定し、この2次電池26からの出力電力を加えた値を、駆動モータ32の目標消費電力 P_m として設定する。このように2次電池26から電力を補うこととすれば、2次電池26の残存容量が充分量であるときには、駆動モータ32の目標消費電力 P_m を、ステップS260と同様に負荷要求に応

じた値とすることが可能となる。

【0046】また、ステップS200では、水素ガスと酸化ガスの両方のガス流量を常に検出するのではなく、いずれか一方のガス流量を検出し、これに基づいて燃料電池60が出力可能な電力 P_{max} を決定することとしても良い。例えば、水素ガス量に比べて酸化ガス量が常に不足する場合には、酸化ガスについてのみ出力電流—出力電圧特性を記憶し、酸化ガスの流量を検出して上記制御を行なうこととしても良い。

【0047】D. モード切替時の制御：図8は、間欠運転切り替え時制御処理ルーチンを表すフローチャートである。本ルーチンは、図5に示した運転モード判断処理ルーチンにおいて、ステップS140で間欠運転モードが選択されたときに、制御部48において実行される。本ルーチンが実行されると、図5に示した運転モード判断処理ルーチンを次回に実行する際に、定常運転モードが選択されたかどうかを判断する（ステップS300）。すなわち、間欠運転モードから定常運転モードへの切り替えが行なわれるかどうかを判断する。運転モード判断処理ルーチンにおいて、間欠運転モードから定常運転モードへと、選択される運転状態が切り替わったときには、既述したように、図7に示した定常運転モード制御処理ルーチンを実行することなく、この間欠運転切り替え時制御処理ルーチンに従った制御が行なわれる。なお、運転モード判断処理ルーチンにおいて、ステップS140において間欠運転モードが選択されている間は、間欠運転切り替え時制御処理ルーチンにおいては、ステップS300の判断を繰り返し行なって待機する。

【0048】ステップS300において、間欠運転モードから定常運転モードへの切り替えが行なわれると判断されると、制御部48は、その内部に備えるタイマカウンタ（図示せず）を初期化する（ステップS310）。これによって、間欠運転モードから定常運転モードへ切り替わってからの、経過時間Tが計測される。なお、図5のステップS150において定常運転モードが選択されて、図8のステップS300で定常運転モードへの切り替えが判断されるときには、既述したように、燃料電池システム22が起動される。したがって、上記経過時間Tの計測が開始されるときには、燃料ガス供給部61およびブロワ64が起動されて、燃料電池60に対するガスの供給が開始される。なお、起動された燃料ガス供給部61およびブロワ64に対しては、図5のステップS120で算出した要求電力 P_{req} を発電するために燃料電池60が必要とする量のガスを、燃料電池60に供給するように、駆動信号が送られる。

【0049】その後、この経過時間Tが、予め定めた所定の基準時間 T_1 よりも小さいか否かを判断する（ステップS320）。経過時間Tが基準時間 T_1 よりも小さいと判断されると、燃料電池60から出力すべき電力 P_{req} を、図5のステップS120で算出した要求電力 P_{req}

に設定する（ステップS330）。その後、駆動モータ32の目標消費電力 P_m を、既述した負荷要求（図5のステップS120参照）に基づいて設定する（ステップS340）。すなわち、車速とアクセル開度とから求められる負荷要求に応じた電力を駆動モータ32が消費するように、目標消費電力 P_m を設定する。そして、ステップS330で設定した燃料電池60から出力すべき電力 P_{req} に基づいてDC/DCコンバータ28に駆動信号を出力すると共に、ステップS340で設定した目標消費電力 P_m に基づいて駆動インバータ30に駆動信号を出力する（ステップS350）。ここで、ステップS330～S350の工程は、図7のステップS250～S270と同様の動作を行なう工程である。

【0050】その後、再びステップS320に戻り、経過時間Tと基準時間 T_1 との比較を行なう。このように、間欠運転モードから定常運転モードに切り替わった後は、所定の時間が経過するまでは、燃料電池に供給されるガスの流量を考慮することなく、要求電力 P_{req} に相当する電力を燃料電池60が発電するように制御を行なう。

【0051】ステップS320において、経過時間Tが基準時間 T_1 を超えたと判断されるときには、図7に示した定常運転モード制御処理ルーチンに移行して（ステップS360）、本ルーチンは終了する。定常運転モード制御処理ルーチンに移行することにより、これ以後は、燃料電池60に供給されるガス流量を考慮した制御が行なわれるようになる。

【0052】以上のように構成された本実施例の電源装置15によれば、間欠運転モードから定常運転モードに切り替わるときに、負荷要求に応じた駆動力を確保することができる。すなわち、定常運転モードへの切り替え時に、電気自動車10において、燃料電池60を用いて、アクセル開度に応じた加速を実現することができる。

【0053】間欠運転モードから定常運転モードに切り替わり、燃料電池システム22が起動されるときには、燃料ガス供給部61およびブロワ64は、駆動信号に応じた量のガスを供給できる定常状態になるのに所定の時間を要する。そのため、起動後しばらくの間（例えば1～3秒間）は、駆動信号に応じた量（要求電力 P_{req} を発電するのに必要な量）のガスを、燃料電池60に供給することができない状態となる。そこで、定常運転モードに切り替わる際に、図7に示した定常運転モード制御処理ルーチンに従った制御を当初より行なうと、供給ガス量に基づく燃料電池60が出力可能な電力 P_{max} は、要求電力 P_{req} よりも小さいと判断されることになる。このように判断されると、駆動モータ32の消費電力が抑制され、電気自動車においては、所望の加速が得られなくなる。

【0054】これに対して、本実施例の電気自動車10

では、定常運転モードに切り替わってから所定の時間が経過するまでの間、負荷要求に応じた加速を実現することが可能となる。このような制御が可能となるのは、水素ガス供給路62や酸化ガス供給路65内に、所定量のガスが滞留していることによる。すなわち、間欠運転モードが選択され、燃料電池システム22が停止しているときには、燃料ガス供給部61およびブロワ64は停止しているが、水素ガス供給路62および酸化ガス供給路65内には、それぞれ、水素ガスおよび酸化ガスが滞留している。本実施例では、これらの流路内にすでに存在する所定量のガスを利用して、検出されるガス流量から求められる発電可能な電力 P_{max} を超える電力を燃料電池60によって発電する。このように、運転モード切り替え時には、流量センサ67、68によって検出されるガス流量が、要求電力 P_{req} を発電するには不足する量となるにも関わらず、要求電力 P_{req} を燃料電池60によって発電している。

【0055】このように、ガス流路内に滞留するガスを利用する制御であるため、図8のステップS320における判断を行なう際に用いる基準時間 T_1 は、水素ガス供給路62および酸化ガス供給路65の容積に基づいて定めておけばよい。運転モードが切り替わる通常の加速時に必要であると予測される電力を、上記流路内に滞留するガスを利用して発電可能な時間を、予め設定しておけばよい。このように、検出したガス流量を考慮しない制御を行なう基準時間 T_1 を、流路内に滞留するガス量に応じて定めると、この基準時間 T_1 経過後に、燃料ガス供給部61およびブロワ64が必ずしも定常状態となるわけではない。しかしながら、上記制御を行なうことで、定常運転モードへの切り替え時に、燃料電池システム22を起動後の所定の時間、負荷要求に対して出力の応答性が低下してしまうのを抑える効果を得ることができる。

【0056】なお、間欠運転モードから定常運転モードに切り替わるときは、間欠運転モードのときに2次電池26が出力することで、2次電池26の残存容量が低下している場合がある。このように2次電池26の残存容量が不十分となっている場合にも、図8に示した制御を行なうことで、2次電池26から電力を補うことなく、所望の走行状態を確保することができる。また、間欠運転モードの間に2次電池26の残存容量が低下した場合にも、間欠運転切り替え時制御処理ルーチンを実行中は、燃料電池60による2次電池26の充電を行なわないことが望ましい。これによって、定常運転モードへの切り替え時に、電気自動車110において、負荷要求に応じた走行状態を十分に確保することができる。

【0057】E：第2実施例：図9は、第2実施例の電気自動車110の構成を表わす説明図である。電気自動車110は、電源装置115を搭載している。図9の電気自動車110において、第1実施例の電気自動車10

と共通する部分については同じ参照番号を付し、詳しい説明を省略する。電気自動車110は、電気自動車10と比べて、燃料電池システム22と2次電池26との接続関係が異なっている。電気自動車110では、2次電池26は、配線50に対して直接接続しており、燃料電池60は、DC/DCコンバータ28を介して配線50に接続している。

【0058】電気自動車110においても、図5に示した運転モード判断処理ルーチンと同様の処理を行なう。図10は、上記運転モード判断処理ルーチンを行なって定常運転モードが選択されたときに、電気自動車110の制御部48において実行される定常運転モード制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【0059】本ルーチンが実行されると、制御部48は、流量センサ67、68より、水素ガスの流量と酸化ガスの流量とに関する情報を取得する（ステップS400）。そして、ステップS400で読み込んだガス流量に基づいて、制御部48のROMに記憶する既述した出力電流—出力電圧特性を参照して、そのときに燃料電池60が出力可能な電力 P_{max} を決定する（ステップS410）。燃料電池60が出力可能な電力 P_{max} を決定すると、次に、図5のステップS120で算出した要求電力 P_{req} と、上記出力可能電力 P_{max} との差（ $P_{max} - P_{req}$ ）を算出する（ステップS420）。これらステップS400からステップS420までの工程で行なう処理は、図7に示した定常運転モード制御処理ルーチンにおけるステップS200からステップS220までの工程で行なう処理と同様のものである。

【0060】ステップS420で算出した（ $P_{max} - P_{req}$ ）が0以上のとき、すなわち、要求電力が、燃料電池60が出力可能な電力以上であるときには、残存容量モニタ27が検出する2次電池26の残存容量（SOC）を取り込む（ステップS430）。そして、取り込んだSOCに基づいて、2次電池26の出力電圧を決定する（ステップS440）。

【0061】ここで、制御部48は、既述した燃料電池60の出力電流—出力電圧特性に加えて、2次電池26の出力電流—出力電圧特性に関するデータをROM内に記憶している。図11は、制御部48が記憶している上記データの一例を表わす説明図である。図11に示すように、2次電池26の出力電流—出力電圧特性は、SOCによって変化するものであり、SOCが決まれば、そのときの出力電流—出力電圧特性が定まる。図11では、SOCの小さな順に、出力電流—出力電圧特性がG1、G2、…、G5となることを表わしている。ステップS430においてSOCを取り込むと、制御部48は、そのSOCに対応する出力電流—出力電圧特性をROMから読み出す。そして、ステップS440では、この読み出した出力電流—出力電圧特性に基づいて、ステップS

420で求めた($P_{req} - E_{min}$)に相当する電力を2次電池26によって出力するための2次電池26の出力電圧を決定する。

【0062】具体的には、例えば、検出されたSOCに対応した出力電流—出力電圧特性として、図11における特性G3が読み出されたとする。この場合、制御部48は、その読み出された特性G3において出力電圧と出力電流の積(すなわち、2次電池26の出力電力)が、上記($P_{req} - E_{min}$)に略等しくなるポイントを算出する。今、このポイントが図11に示すP₁であるとする、そのポイントP₁での2次電池26の出力電圧V₁を、2次電池26に要求される出力電圧としてステップS440において決定する。

【0063】次に、制御部48は、ステップS440で設定した2次電池26の出力電圧V₁を出力側の指令値として、DC/DCコンバータ28に駆動信号を出力すると共に、負荷要求に基づいて駆動インバータ30に駆動信号を出力する(ステップS450)。これによって、配線50の電圧および2次電池26の出力電圧がV₁となり、2次電池26からは電力P₁が出力される。このとき、燃料電池60からは、ガス流量に応じた電力P_{fuel}が出力され、電源装置115全体では、要求電力P_{req}が出力されるようになり(ステップ460)、本ルーチンを終了する。

【0064】一方、ステップS420で算出した($P_{req} - E_{min}$)が0よりも小さいとき、すなわち、燃料電池60が出力可能な電力が、要求電力よりも大きいときには、残存容量モニタ27が検出する2次電池26の残存容量(SOC)を取り込む(ステップS470)。そして、取り込んだSOCが、所定の値よりも小さいかどうかを判断する(ステップS480)。このステップS480において判断に用いる所定の値とは、2次電池26の充電を行なう必要があるかどうかの判断を行なうための値として、予め設定し、制御部48のROM内に記憶しておいた値である。

【0065】ステップS480で、SOCが所定の値よりも小さい、すなわち2次電池26を充電する必要があると判断されると、次に2次電池26の出力電圧を決定する(ステップS490)。このときには、まず、ステップS470で読み込んだSOCに対応する出力電流—出力電圧特性をROMから読み出す。そして、この読み出した出力電流—出力電圧特性に基づいて、ステップS420で求めた($P_{req} - E_{min}$)に相当する電力を2次電池26によって出力するための2次電池26の出力電圧を決定する。

【0066】具体的には、例えば、検出されたSOCに対応した出力電流—出力電圧特性として、前述したのと同様に、図11における特性G3が読み出されたとする。出力電流—出力電圧特性を読み出すと、制御部48は、その読み出された特性G3において出力電圧と出力

電流の積(すなわち、2次電池26の出力電力)が、上記($P_{req} - E_{min}$)に略等しくなるポイントを算出する。この場合、($P_{req} - E_{min}$)は0未満であるので、2次電池26の出力電力が負となるポイント、すなわち2次電池26の出力電流が負となるポイントを算出することになる。今、このポイントが図11に示すP₂であるとする、そのポイントP₂での2次電池26の出力電圧V₂を、2次電池26に要求される出力電圧としてステップS440において決定する。

【0067】次に、制御部48は、ステップS490で設定した2次電池26の出力電圧V₂を出力側の指令値として、DC/DCコンバータ28に駆動信号を出力すると共に、負荷要求に基づいて駆動インバータ30に駆動信号を出力する(ステップS500)。これによって、配線50の電圧および2次電池26の出力電圧がV₂となり、2次電池26には電力が蓄積されることになる。このとき、燃料電池60からはガス流量に応じた電力P_{fuel}が出力され、この燃料電池の出力電力によって、要求電力P_{req}が賄われると共に2次電池26の充電が行なわれ(ステップ510)、本ルーチンを終了する。

【0068】また、ステップS480において、SOCが所定の値以上である、すなわち2次電池26を充電する必要がないと判断されたときにも、次に2次電池26の出力電圧を決定する(ステップS520)。このときにも、ステップS470で読み込んだSOCに対応する出力電流—出力電圧特性をROMから読み出す。そして、この読み出した出力電流—出力電圧特性に基づいて、2次電池26の出力電力が0となるときの、2次電池26に要求される出力電圧を決定する。

【0069】具体的には、例えば、検出されたSOCに対応した出力電流—出力電圧特性として、図11における特性G5が読み出されたとする。出力電流—出力電圧特性を読み出すと、制御部48は、その読み出された特性G5において出力電圧と出力電流の積(すなわち、2次電池26の出力電力)が略0となるポイントを算出する。この場合には、2次電池26の出力電流が略0となるポイントを算出することになる。今、このポイントが図11に示すP₃であるとする、そのポイントP₃での2次電池26の出力電圧V₃を、2次電池26に要求される出力電圧としてステップS520において決定する。

【0070】次に、制御部48は、ステップS520で設定した2次電池26の出力電圧V₃を出力側の指令値として、DC/DCコンバータ28に駆動信号を出力すると共に、負荷要求に基づいて駆動インバータ30に駆動信号を出力する(ステップS530)。これによって、配線50の電圧および2次電池26の出力電圧はV₃となり、2次電池26は充放電を行なわない状態となる。このとき、燃料電池60からは要求電力P_{req}が出

力され、負荷要求に応じた電力が、駆動インバータ30を介して駆動モータ32で消費されるようになり（ステップ540）、本ルーチンを終了する。

【0071】なお、この場合、燃料電池60から取り出される電力は、負荷要求に応じたものであり、ステップS410でガス流量に基づいて決定される発電可能な電力 P_{max} とは一致していない。このような場合には、燃料電池60の動作ポイントが、ガス流量に対して最も発電量が多くなるポイントからは、はずれることになる。

【0072】図12は、電気自動車110の制御部48において実行される間欠運転切り替え時制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。本ルーチンは、図5に示した運転モード判断処理ルーチンと同様の処理を行なう際に、ステップS140で間欠運転モードが選択されたときに、制御部48において実行される。本ルーチンが実行されると、ステップS600からS620の処理として、図8に示したステップS300からS320と同様の処理を実行する。すなわち、間欠運転モードから定常運転モードへの切り替えが行なわれるかどうかを判断し、運転モードが切り替わるときには、図10に示した定常運転モード制御処理ルーチンを実行することなく、この間欠運転切り替え時制御処理ルーチンに従った制御を行なう。そして、間欠運転モードから定常運転モードへ切り替わってからの、経過時間Tを計測し、この経過時間Tが、予め定めた所定の基準時間 T_1 よりも小さいか否かを判断する。

【0073】なお、ステップS600で定常運転モードへの切り替えが判断されるときには、既述したように、燃料電池システム22が起動される。したがって、上記経過時間Tの計測が開始されるときには、燃料ガス供給部61およびブロワ64が起動されて、燃料電池60に対するガスの供給が開始されると共に、燃料電池60と配線50との間が接続される。このとき、起動された燃料ガス供給部61およびブロワ64に対しては、図5のステップS120で算出した要求電力 P_{req} を発電するために燃料電池60が必要とする量のガスを、燃料電池60に供給するように、駆動信号が送られる。

【0074】ステップS620において、経過時間Tが基準時間 T_1 よりも小さいと判断されると、制御部48は、SOCの取り込みを行なう（ステップS630）。その後、このSOCに基づいて、2次電池26の出力電圧を決定する（ステップS640）。ここで、2次電池26の出力電圧は、図10のステップS520と同様に、そのSOCにおける2次電池の出力電流—出力電圧特性に基づいて、2次電池26の出力電流が略0になるときの出力電圧V₁として決定する。

【0075】そして、図10のステップS530と同様に、2次電池26の出力電圧V₁を出力側の指令値として、DC/DCコンバータ28に駆動信号を出力すると共に、負荷要求に基づいて駆動インバータ30に駆動信

号を出力する（ステップS650）。これによって、ガス流量に関わらず、要求電力 P_{req} に相当する電力を燃料電池60が出力するようになる。このように、ステップS630～S660の工程は、図10のステップS470およびステップS520～S540と同様の動作を行なう工程である。

【0076】その後、再びステップS620に戻り、経過時間Tと基準時間 T_1 との比較を行なう。このように、間欠運転モードから定常運転モードに切り替わった後は、所定の時間が経過するまでは、燃料電池に供給されるガスの流量を考慮することなく、要求電力 P_{req} に相当する電力を燃料電池60が発電するように制御を行なう。

【0077】ステップS620において、経過時間Tが基準時間 T_1 を超えたと判断されるときには、図10に示した定常運転モード制御処理ルーチンに移行して（ステップS670）、本ルーチンを終了する。定常運転モード制御処理ルーチンに移行することにより、これ以後は、燃料電池60に供給されるガス流量を考慮した通常の制御が行なわれるようになる。

【0078】以上のように構成された本実施例の電源装置115によれば、第1実施例と同様に、間欠運転モードから定常運転モードに切り替わるときに、負荷要求に応じた駆動力を確保することができる。すなわち、定常運転モードへの切り替え時に、電気自動車110において、燃料電池60を用いて、アクセル開度に応じた加速を実現することができる。このとき、燃料電池60においては、水素ガス供給路62および酸化ガス供給路65内に滞留するガスを利用して、要求電力 P_{req} に相当する電力が発電される。なお、このようにガス流量を考慮しない制御を行なう間は、2次電池26の残存容量に関わらず2次電池26の充電を行なわないことで、駆動インバータ30に供給する電力を確保している。

【0079】F. 変形例：なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0080】F1. 変形例1：上記実施例では、燃料電池60に供給されるガス流量は、流量センサ67、68の検出結果に基づいて判断したが、異なる構成としても良く、ガス流量を反映する値に基づいて判断すればよい。例えば、酸化ガスの流量を直接検出する代わりに、ブロワ64の回転数を読み込んで、ガス流量を算出することとしても良い。

【0081】F2. 変形例2：また、上記実施例では、燃料電池60のアノード側に供給する燃料ガスとして水素ガスを用いたが、改質ガスを用いることとしても良い。このような場合には、燃料電池60に要求される発電量に応じて、改質ガスの生成量を調節する。そのとき、間欠運転モードから定常運転モードへの切り替え時

に、改質ガスの生成が定常状態になる前に本発明を適用することで、上記切り替え時において負荷要求に対して得られる動力が低下するのを抑えることができる。

【0082】F3. 変形例3：また、上記実施例では、ガス流量を考慮しない本発明の制御方法を、間欠運転モードから定常運転モードへの切り替え時に行なうこととしたが、燃料電池システムの起動時であれば、他の状況に適用することも可能である。燃料電池システムの停止時に、配管内にガスが滞留する場合には、同様の制御を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例である電気自動車10の構成の概略を表わすブロック図である。

【図2】燃料電池システム22の構成の概略を表わす説明図である。

【図3】燃料電池60における出力電流と、出力電圧あるいは出力電力との関係を示す説明図である。

【図4】燃料電池60の出力の大きさと、エネルギー効率との関係を表わす説明図である。

【図5】運転モード判断処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図6】燃料電池60における出力電流—出力電圧特性が、ガス流量によって変化する様子を表わす説明図である。

【図7】定常運転モード制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図8】間欠運転切り替え時制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図9】第2実施例の電気自動車110の構成を表わす説明図である。

【図10】電気自動車110の制御部48において実行される定常運転モード制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。

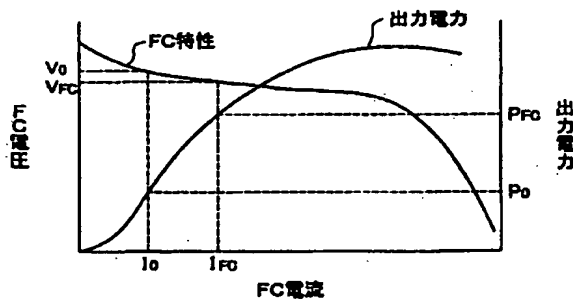
【図11】2次電池26において、SOCが種々異なるときの出力電流—出力電圧特性の例を表わす説明図である。

【図12】電気自動車110の制御部48において実行される間欠運転切り替え時制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。

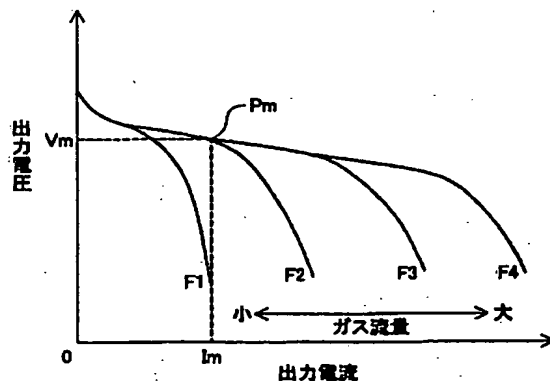
【符号の説明】

- 10, 110…電気自動車
- 15, 115…電源装置
- 20…スイッチ
- 22…燃料電池システム
- 26…2次電池
- 27…残存容量モニタ
- 28…DC/DCコンバータ
- 30…駆動インバータ
- 32…駆動モータ
- 34…減速ギヤ
- 36…出力軸
- 38…車両駆動軸
- 40…高圧補機
- 42…ダイオード
- 48…制御部
- 50…配線
- 52…電圧計
- 60…燃料電池
- 61…燃料ガス供給部
- 62…水素ガス供給路
- 63…水素ガス排出路
- 64…ブロワ
- 65…酸化ガス供給路
- 66…カソード排ガス路
- 67, 68…流量センサ
- 69…水素ポンプ

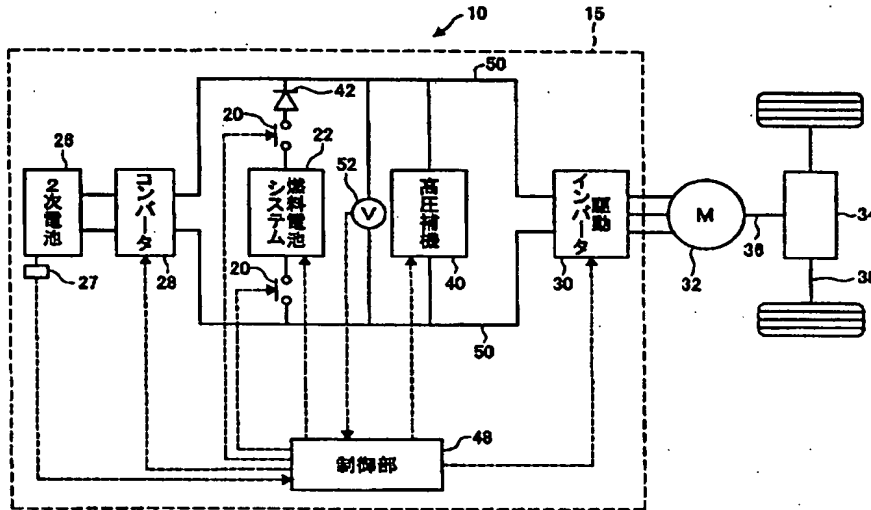
【図3】



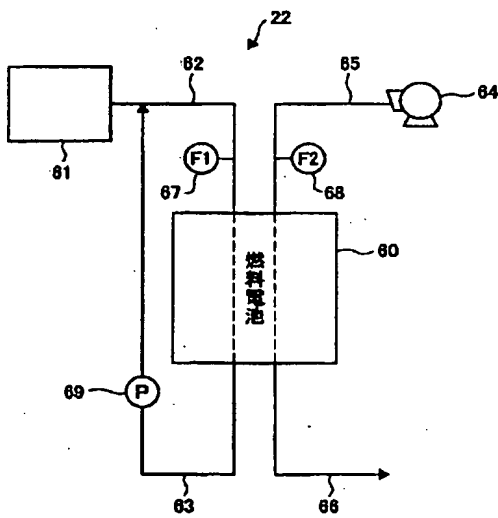
【図6】



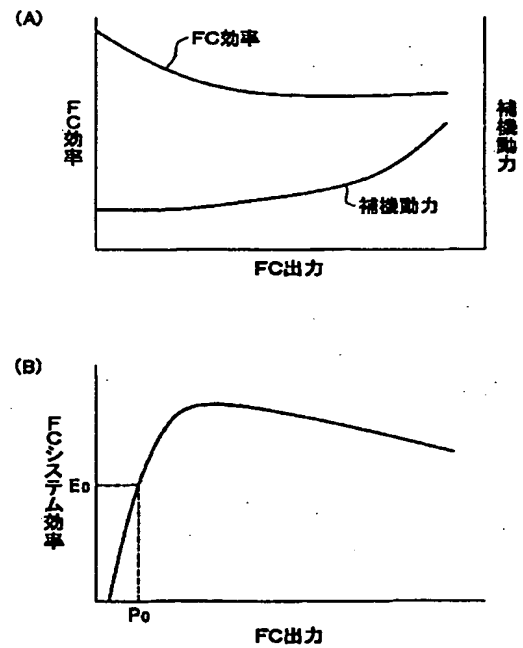
【図1】



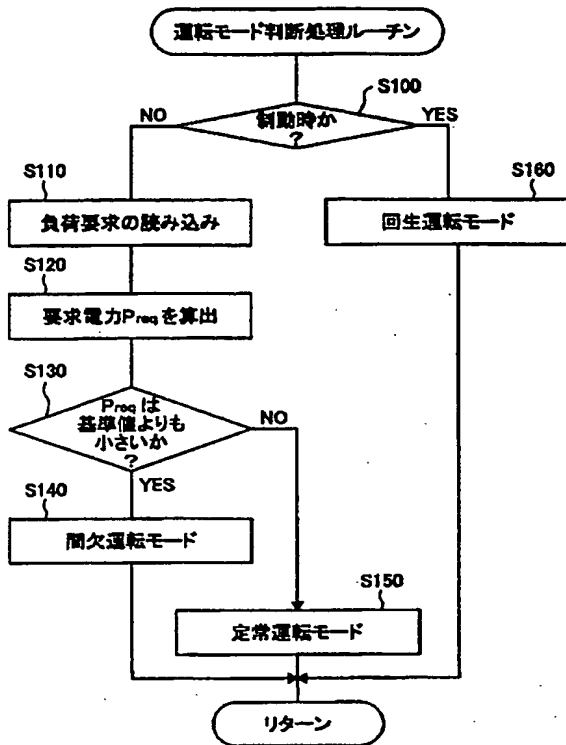
【図2】



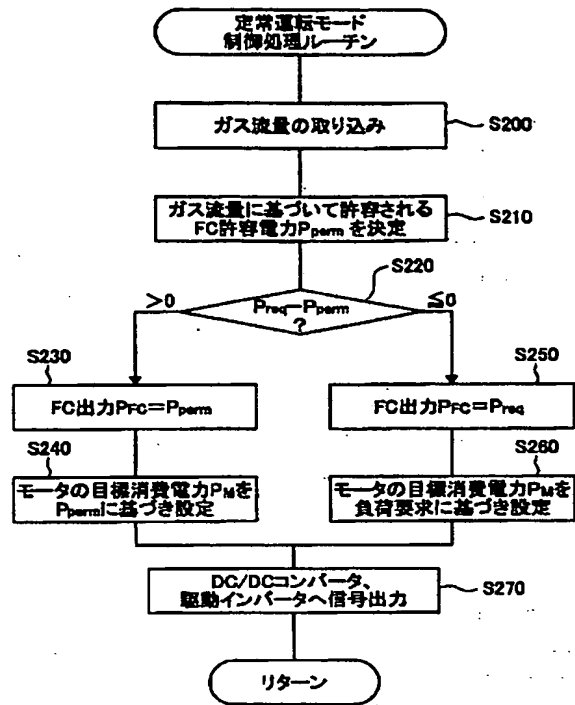
【図4】



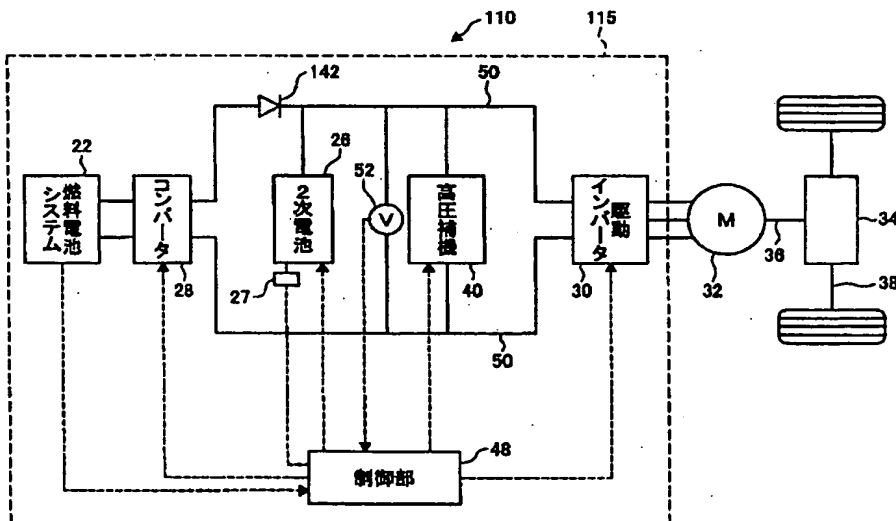
【図5】



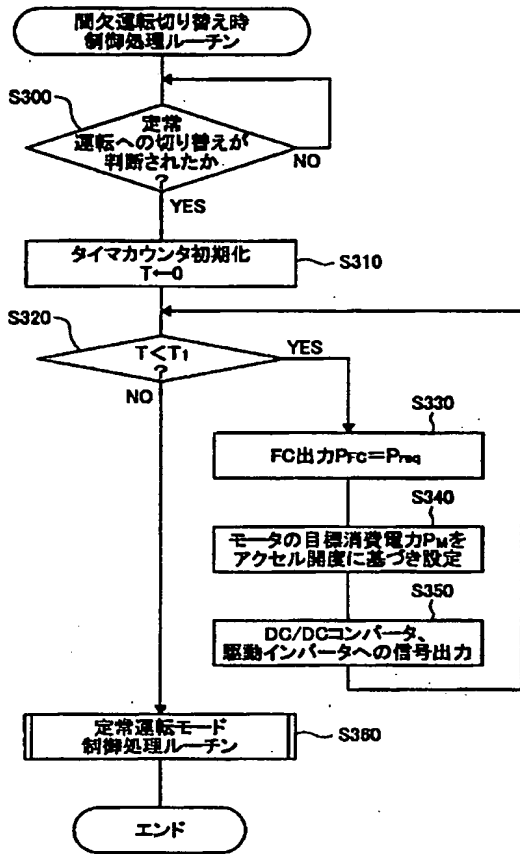
【図7】



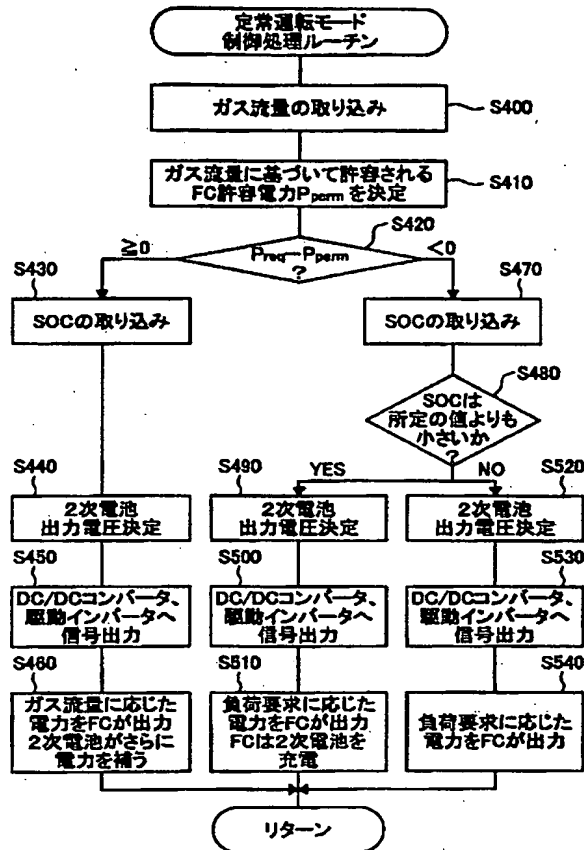
【図9】



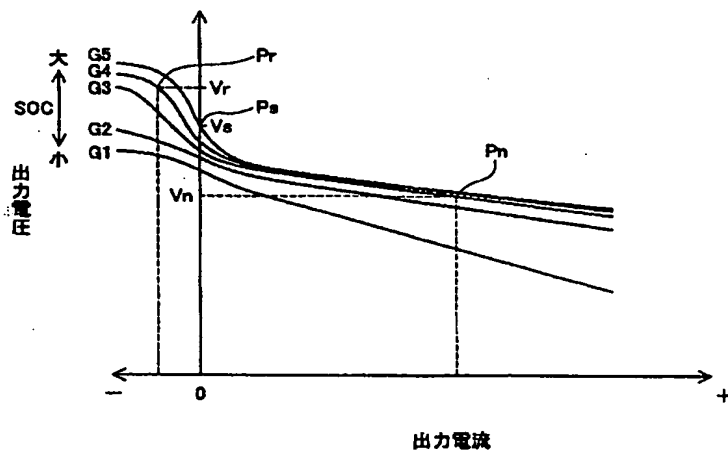
【図8】



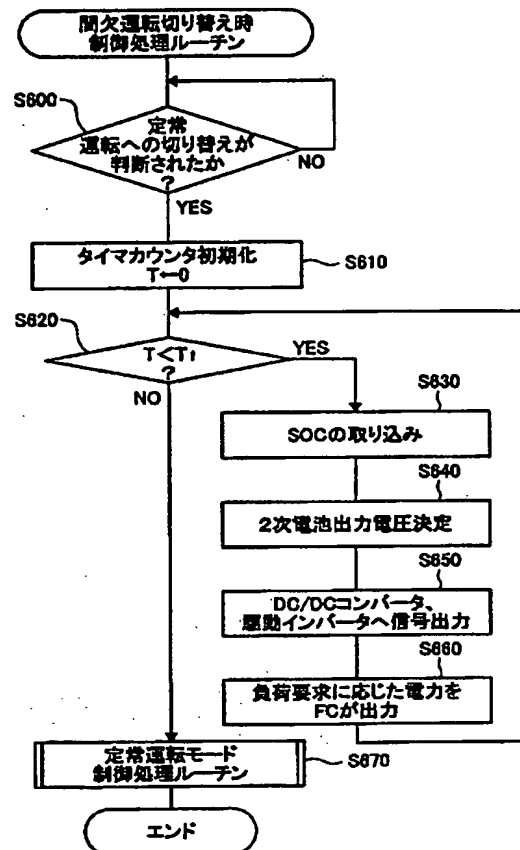
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 哲浩
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 安藤 正夫
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 五島ビル 株式会社エクス・リサーチ内

(72)発明者 加藤 憲二
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 五島ビル 株式会社エクス・リサーチ内

Fターム(参考) 5H027 AA02 DD03 KK25 MM26